

RECEIVED

1997/7/20

IPO
CENTRAL ELECTRONICS CO.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-36337

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 27/14			H 0 1 L 27/14	D
G 0 2 B 6/122			H 0 4 N 1/028	Z
G 0 6 T 1/00			G 0 2 B 6/12	A
H 0 4 N 1/028			G 0 6 F 15/64	3 2 0 G

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

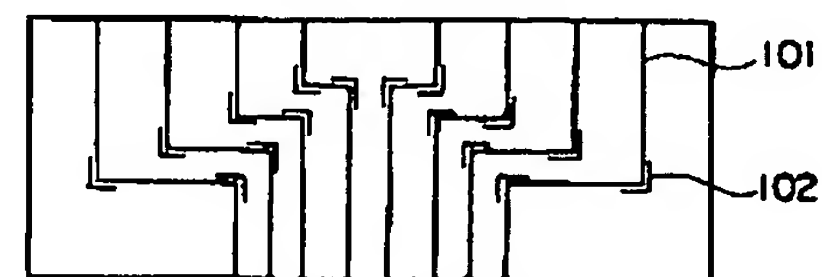
(21) 出願番号	特願平7-178825	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成7年(1995)7月14日	(72) 発明者	藤本 学 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72) 発明者	鶴沼 豊 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72) 発明者	デビッド・ハード 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 川口 義雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 導波路型縮小イメージセンサ及びその製造方法

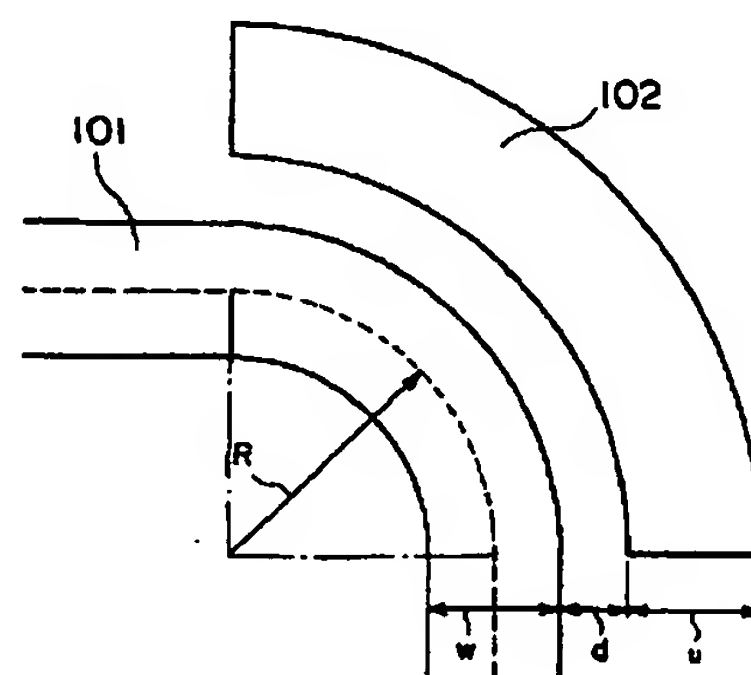
(57) 【要約】

【課題】 高分子光導波路の屈曲部分での光信号の損失を低減する構造を有する導波路型縮小イメージセンサ、及びその構造を持った高分子光導波路の簡便な製造方法を提供する。

【課題解決手段】 光導波路101のそれぞれの屈曲部の外側には、導波路コア部よりも屈折率が低く、更に導波路クラッド部よりも屈折率の低い気体で充填された屈曲部における光信号の損失低減用の溝102が隣接して形成されている。該光導波路は、キャピラリとなる両端が開放された溝と、それに隣接した両端を封止した溝を形成したパターン基板のパターン面を平面基板に密着させて、キャピラリの片端を封止した後、毛細管現象により、光導波路のコアの原料であるモノマ溶液を、片端が開口部となったキャピラリのみ充填させてから、前記モノマ溶液を高分子化させて製造する。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原稿面からの反射光を高分子光導波路を用いて縮小する導波路型縮小イメージセンサであって、前記導波路に設けられた屈曲部の外側に隣接して前記導波路のコア部及びクラッド部よりも屈折率の低い物質で充填されている溝を備えたことを特徴とする導波路型縮小イメージセンサ。

【請求項2】 前記溝は気体で充填されていることを特徴とする請求項1に記載の導波路型縮小イメージセンサ。

【請求項3】 前記溝の幅は $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の導波路型縮小イメージセンサ。

【請求項4】 前記溝と前記導波路のコア部との間隔は $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の導波路型縮小イメージセンサ。

【請求項5】 前記導波路のコア部とクラッド部との材料の屈折率差は1.5%未満であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の導波路型縮小イメージセンサ。

【請求項6】 両端又は一端が開放されており屈曲部を有するキャピラリとなる第1の溝と該屈曲部の外側に隣接しており両端が封止されている第2の溝とを備えるパターン基板のパターン面を平面基板に密着させ、毛細管現象によって光導波路のコアの原料であるモノマ溶液を前記第1の溝に充填し、前記モノマ溶液を高分子化させて光導波路を形成することを特徴とする導波路型縮小イメージセンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードコピー等の一次元読み取り光学系に使用されるイメージセンサに係り、特に光導波路を用いた縮小イメージセンサ及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ファクシミリ、イメージスキャナ、デジタル複写機などの画像の読み取り需要の増加に伴い、画像情報を電気信号に変換する一次元イメージセンサの高性能化及び小型化が要望されている。従来より一次元イメージセンサには、原稿幅よりもセンサが長く短く縮小光学系を用いて結像画面を読み取る縮小型センサと、1対1の光学系を用いて等倍の結像画面を読み取る密着型センサとがある。

【0003】縮小型イメージセンサは低価格であると共に高速読み取りが可能である反面、レンズによる縮小結像が必要であるため、素子サイズが大きく小型化が困難であること及び光学系の調整が複雑で1台毎に調整を要するという欠点を持っている。

【0004】それに対して密着型イメージセンサは、原稿から光電変換素子アレイまでの距離が小さく、調整が

不要という利点を有する反面、光電変換素子アレイの寸法が大きく、光電変換素子アレイを駆動する複雑な電子回路が必要であるため低価格化が困難である。

【0005】そこで最近、複数の光導波路を用いた縮小型イメージセンサが提案されている。特願平6-94346号には、原稿面からの反射光を導波路を用いて縮小する導波路型縮小イメージセンサにおいて、原稿面幅に形成されたレンズと、該レンズで集光された光を導く複数の導波路が形成された光導波路基板と、前記複数の導波路により導かれた光が入射する光電変換素子アレイとを備えることを特徴とする導波路型縮小イメージセンサが開示されている。このイメージセンサにば、低価格で、素子が小型化でき、なおかつ光学系の調整が不要という利点がある。

【0006】このような、縮小型イメージセンサに用いる、高分子材料をコアに用いた高分子光導波路の製造方法として、幾つかの方法が提案されている。

【0007】第一の方法として、キャピラリとなる溝のパターンが形成されたPMMA等の高分子材料からなるパターン基板を、通常の射出成形機を用いて製造する。次いで、この様にして製造したパターン基板の溝の部分に導波路のコア用の高分子の原料となるポリマ前駆体材料を充填して、PMMA等の高分子からなる平面基板をパターン基板の溝部に接するように密着させた後、紫外線照射などで高分子化させることにより、高分子材料からなる光導波路のコアを形成する方法が提案されている。

【0008】また、別の方法として特願平6-300807号には、キャピラリとなる溝のパターンが形成されたパターン基板のパターン面を平面基板に密着させて前記溝によりキャピラリを形成した後、光導波路のコアの原料であるモノマ溶液を毛細管現象により前記キャピラリに充填させてから、前記モノマ溶液を高分子化させることを特徴とする高分子光導波路の製造方法が提案されている。この方法によれば、パターン基板と平面基板との境界に間隙を形成しないので、各コア間の漏洩光によるクロストークがなく、光導波特性に優れた高分子光導波路を実現することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来のレンズ系を使用した縮小型イメージセンサは、原稿面と固体撮像素子との間に長い光路長を必要とするため小型化が困難であり、組立て時に1台毎に調整が必要となり、更に振動に弱い。

【0010】また、従来の密着型イメージセンサは、光電変換アレイが原稿幅と同じ大きさとなるので、光電変換信号のS/N比が低下したり、配線間の寄生容量のために高速動作が困難になる場合がある。

【0011】光導波路を用いた縮小イメージセンサによれば、上記2つのイメージセンサに比べて、素子の小型

化が可能、光学系の調整が不要という利点があり、非常に低価格、高性能、小型化が促進できるが、原稿のイメージを縮小するために不可欠である導波路の屈曲部分において、光信号が大きく減衰する。

【0012】本発明は、この屈曲部における光信号の減衰を低減することが可能な導波路型縮小イメージセンサを提供することを目的とする。

【0013】また、光導波路の製造方法に関しては、以下のような問題点がある。

【0014】従来の技術に述べた第一の方法で製造した光導波路は、パターン基板にコア材料を充填してから平面基板との貼り合わせを行うため、平面基板とパターン基板との間に、コア用的高分子材料がはみ出した状態で高分子化されて、1～10 μ m程度の厚い間隙が生じる。したがって、光導波路に光を入射させると、光が間隙に漏洩し、デバイス全体に拡散して、光導波路のコアを正常に伝播することができなくなる。これに対して、従来の技術で述べた第二の方法を用いて光導波路を製造すれば、パターン基板と平面基板を貼り合わせてからコア材料を吸い上げるため、パターン基板と平面基板との間の間隙がなく、各コア間における光の漏洩がない。

【0015】光導波路の屈曲部における光信号の損失を、その屈曲部分の外側に周りの基板よりも低い屈折率の物質で充填された溝を配置することにより低減できることを、シミュレーションにより確認した結果が「J. Yamauchi et al: 'Beam-Propagation Analysis of Bent Step-Index Slab Waveguides', ELECTRONICS LETTERS, 1990, Vol. 26, No. 12, p822-p824」に記載されている。

【0016】本発明は、この結果を前述の第二の製造方法に応用して、屈曲部における光信号の減衰を低減させる構造を有する光導波路の製造方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、前述の目的は、原稿面からの反射光を高分子光導波路を用いて縮小する導波路型縮小イメージセンサであって、前記導波路に設けられた屈曲部の外側に隣接して前記導波路のコア部及びクラッド部よりも屈折率の低い物質で充填されている溝を備えたことを特徴とする請求項1に記載の導波路型縮小イメージセンサによって達成される。

【0018】本発明によれば、前述の目的は、前記溝は気体で充填されていることを特徴とする請求項2に記載の導波路型縮小イメージセンサによって達成される。

【0019】本発明によれば、前述の目的は、前記溝の幅は2 μ m以下であることを特徴とする請求項3に記載の導波路型縮小イメージセンサによって達成される。

【0020】本発明によれば、前述の目的は、前記溝と前記導波路のコア部との間隔は2 μ m以下であることを特徴とする請求項4に記載の導波路型縮小イメージセンサによって達成される。

【0021】本発明によれば、前述の目的は、前記導波路のコア部とクラッド部との材料の比屈折率差は1.5%未満であることを特徴とする請求項5に記載の導波路型縮小イメージセンサによって達成される。

【0022】本発明によれば、前述の目的は、両端又は一端が開放されており屈曲部を有するキャピラリとなる第1の溝と該屈曲部の外側に隣接しており両端が封止されている第2の溝とを備えるパターン基板のパターン面を平面基板に密着させ、毛細管現象によって光導波路のコアの原料であるモノマ溶液を前記第1の溝に充填し、前記モノマ溶液を高分子化させて光導波路を形成することを特徴とする請求項6に記載の導波路型縮小イメージセンサの製造方法によって達成される。

【0023】請求項1に記載の導波路型縮小イメージセンサにおいては、各光導波路の屈曲部の外側に隣接して配置されており、導波路のコア部及びクラッド部よりも屈折率の低い物質で充填された溝を備えたことにより、導波路を通過する光が屈曲部を通過する際に生じる損失を低減し、導波路の光透過率を増加することが可能となる。

【0024】請求項2に記載の導波路型縮小イメージセンサにおいては、屈曲部の外側に隣接した溝が気体で充填されていることにより、一定の屈折率の材料で溝を充填する際に、気体環境中で製造することで、容易に充填が可能となる。

【0025】請求項3に記載の導波路型縮小イメージセンサにおいては、溝の幅が2 μ m以下であることにより、導波路が小型化された際にも効果的に屈曲部での光損失を低減することが可能となる。

【0026】請求項4に記載の導波路型縮小イメージセンサにおいては、導波路のコア部と溝との間隔を2 μ m以下とすることにより、導波路が小型化された際にも効果的に屈曲部での光損失を低減することが可能となる。

【0027】請求項5に記載の導波路型縮小イメージセンサにおいては、導波路のコア部とクラッド部との材料の比屈折率の差が1.5%以下であることにより、導波路及び溝のサイズ等の設定が同一の際に、更に効果的に屈曲部での光損失を低減することが可能となる。

【0028】請求項6に記載の導波路型縮小イメージセンサの製造方法においては、光導波路となるキャピラリ及び該導波路の屈曲部に隣接した溝をフォトリソグラフィ等によって形成した基板と平面基板とが密着され、キャピラリ内のみにモノマ溶液が毛細管現象によって充填され、溝には密着工程の環境下での気体が充填される。これにより、光導波路と溝とを屈折率の異なった材料でそれぞれ充填させることが容易に行える。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の導波路型縮小イメージセンサの実施の形態について図を参照しながら説明する。

【0030】第一に、パターン基板の製造法について、図2を用いて詳細に説明する。最初に、図2(a)のように、膜厚が $8\mu\text{m}$ のフォトリソグロフ膜202をPMM A基板201上に形成し、次に図2(b)に示すように、フォトリソグラフィ技術を用いて溝パターン203の転写を行う。つまり、このフォトリソグロフ膜202にマスク203を密着させて紫外線211を露光し、現像処理を行うと、マスク203の溝のパターンがフォトリソグロフ膜202に転写される。すると、図2(c)に示すように、キャピラリとなる溝のパターン202が形成される。本発明の実施の形態では、この溝の幅も $8\mu\text{m}$ とした。次に、RIEエッチング法により、図2(d)に示すように、イオン212をパターン化したフォトリソグロフ膜202の表面から照射し、レジスト膜のない部分に深さ $10\mu\text{m}$ の溝を形成する。最後にレジスト剥離剤を用いてフォトリソグロフ膜202を溶解することにより、図2(e)に示すように、幅 $8\mu\text{m}$ 、深さ $10\mu\text{m}$ のキャピラリとなる溝の形成されたパターン化PMM A基板が製造される。

【0031】本発明の実施の形態において加工した溝は、図1(a)に示すように、2つの屈曲部を持った縮小型光導波路のパターンとした。そして、光導波路101のそれぞれの屈曲部の外側には、屈曲部における光信号の損失低減用の溝102を隣接して形成した。図1(b)は、屈曲部とその隣接溝の詳細を拡大した図である。各部の大きさは、光導波路となる溝101の幅 $w=8\mu\text{m}$ 、隣接溝との間隔 $d=2\mu\text{m}$ 、隣接溝102の幅 $u=2\mu\text{m}$ 、そして溝101の屈曲部の曲率 $R=200\mu\text{m}$ である。光導波路となる各々の溝についてはPMM A基板の両端にまで達しており、それに対して、両端がPMM Aの端まで達していない隣接溝102が、各々の光導波路となる溝101の屈曲部の外側に、同心円弧状の形状の屈曲部をもって配置されている構造を有している。

【0032】第二に、上記のようにして製造したパターン基板と平面基板とを密着させる工程について、図3を用いて説明する。図3(a)に示すように、パターン基板201と平面基板301とをクランプ用治具310の内側にセットし、クランプ用治具によりパターン基板と平面基板とを密着させる。すると、パターン基板201の溝部が空洞状になりキャピラリ302が形成される。そして、図3(b)に示すように、パターン基板と平面基板とを密着させて形成される4側面のうち、モノマの吸引口となるキャピラリ302の一方の開口部のある面を除いた3側面を、エポキシ樹脂などからなる低真空用のシール用樹脂303を用いて封止する。これにより、キャピラリ302のモノマ吸引口とはならない他方の開口部も封止されたことになる。また、両端がPMM A基板の端まで達していない溝については、その空洞内に空気が封止された状態となる。

【0033】第三に、上記のようにしてパターン基板と平面基板とを密着させたもののキャピラリに、コアの原料であるモノマ溶液を充填する工程について、図4を用いて説明する。上記のようにしてパターン基板201及び平面基板301をクランプ用治具310によりクランプしたものを、図4(a)に示すように、真空室410内の保持具401にセッティングする。ここで保持具401は、クランプ用治具310を上下方向に移動可能な構成になっている。また、真空室410の内部には、5%の過酸化ベンゾイルを含むアリルジグリコールカーボネイト(RAV7)のモノマ溶液が入れられた容器402が、クランプ用治具310の真下に位置するように配置される。なお、RAV7モノマ溶液に含有される過酸化ベンゾイルは、加熱されると、RAV7のモノマを高分子化させる重合剤として作用するものである。次に、真空室410内を $10-4\text{Torr}$ の真空度まで真空引きして、RAV7のモノマ溶液に含まれる気体の脱ガス処理と、片端の開放されたキャピラリ内の気体の除去を施し、その後、保持具401を用いてクランプ用治具310を下方向に移動させ、キャピラリの開口部をRAV7モノマ溶液に浸す。それから、真空室410内部を、真空から大気圧まで徐々に変化するようにリークさせると、キャピラリ内部の圧力が、RAV7モノマ溶液の周囲の圧力より相対的に小さくなるので、RAV7モノマ溶液がキャピラリ内部に吸入される。この様に、比較的長いキャピラリにモノマを充填させる場合には、毛細管現象による効果を補助するように、真空を用いた圧力変化を利用すれば、キャピラリへのモノマの充填工程を行うことができる。両端の封止された溝には、当然ながらモノマ溶液は充填されず、依然気体が充填された状態にある。

【0034】最後に、キャピラリ内にRAV7モノマ溶液が充填され、真空室内が大気圧に達した後、クランプ用治具310を、保持具401から取り外してオープンを用いて 85°C の温度で6時間加熱してRAV7モノマ溶液を高分子化させる。以上のようにして製造した高分子光導波路の表面を、 $0.5\mu\text{m}$ 以下のサイズのダイヤモンド含有懸濁液を用いた標準的な研磨機器により研磨してシール用樹脂を取り去る。以上のようにして、本発明による高分子光導波路を製造することができる。

【0035】上記のようにして製造した高分子光導波路のコアの入射端に、レーザーからの光を入射させて、その高分子光導波路からの出射光を測定し、光の導波路での通過損失を求めた。

【0036】その結果、曲率が $200\mu\text{m}$ の光導波路について、隣接する溝が存在しない導波路に関しては55%の光透過であったのが、溝を形成したサンプルに関しては92%の光透過が認められた。

【0037】図5は、本発明の実施の形態によって製造した高分子光導波路において、図1(b)にuで示し

た、導波路コア部の屈曲部外側に配置した溝の幅を変化させた時の、光損失の低減効果を示すグラフである。図の縦軸は、上記溝がない時の導波路からの出射光強度に対する、上記溝が有る時の導波路からの出射光強度の比を示している。つまり、縦軸の値が1より大きければ、導波路コア部の屈曲部外側に配置した溝の効果があり、更にこの値が大きいほど、その効果は大きいと言える。また、導波路コア部の幅は $8\mu\text{m}$ 、溝のコア部からの距離は $2\mu\text{m}$ とした。図5より、導波路コア部の屈曲部外側に配置した溝の幅 u は、導波路の小型化、そして光損失低減効果の点から $2\mu\text{m}$ 以下が適当であることが分かる。但し、微細加工の困難さから本発明の実施の形態では $2\mu\text{m}$ とした。

【0038】図6は、本発明の実施の形態によって製造した高分子光導波路において、図1(b)にdで示した、導波路コア部の屈曲部外側に配置した溝と、導波路コア部との距離を変化させた時の、光損失の低減効果を示すグラフである。図の縦軸は、図5と同じ内容を示している。また、導波路コア部の幅は $8\mu\text{m}$ 、溝の幅は $2\mu\text{m}$ とした。図6より、導波路コア部の屈曲部外側に配置した溝と導波路コア部との距離 d は、導波路の小型化、そして光損失低減効果の点から $2\mu\text{m}$ 以下が適当であることが分かる。但し、微細加工の困難さから本発明の実施の形態では $2\mu\text{m}$ とした。

【0039】図7は、上記のようにして製造した高分子光導波路において、導波路コア部とクラッド部の材料の比屈折率差を変化させた時の光損失の低減効果を示すグラフである。図の縦軸は、図5と同じ内容を示している。図7より、コアとクラッドの比屈折率差が1.5%未満になるように各々の材料を選択することが、光損失低減効果の点から適当であることが分かる。本発明の実施の形態では、比屈折率差0.86%の材料を用いた。

【0040】光導波路屈曲部に隣接する溝に充填する気体は、実施の形態では空気である。しかし、パターン基板と平面基板を貼り合わせる工程を空気以外の気体環境で行うことにより、その他各種の気体を屈曲部隣接溝に充填することが可能であり、空気に限定されるものではない。

【0041】またクラッド部及びコア部の材料に関しても上記実施の形態に限定されるものではなく、比屈折率差1.5%未満の組合せて、様々な材料を用いることが可能である。

【0042】

【発明の効果】請求項1に記載の導波路型縮小イメージ

センサによれば、光が屈曲部を通過する際に生じる損失を低減し、導波路の光透過率を増加することが可能となる。

【0043】請求項2に記載の導波路型縮小イメージセンサによれば、気体環境中で製造することで、溝を容易に充填することが可能となる。

【0044】請求項3に記載の導波路型縮小イメージセンサによれば、導波路が小型化された際にも効果的に屈曲部での光損失を低減することが可能となる。

【0045】請求項4に記載の導波路型縮小イメージセンサによれば、導波路が小型化された際にも効果的に屈曲部での光損失を低減することが可能となる。

【0046】請求項5に記載の導波路型縮小イメージセンサによれば、導波路及び溝のサイズ等の設定が同一の際に、更に効果的に屈曲部での光損失を低減することが可能となる。

【0047】請求項6に記載の導波路型縮小イメージセンサの製造方法によれば、光導波路と溝とを屈折率の異なった材料でそれぞれ充填させることが容易に行える。また、この方法を用いることで、本発明の構造を持った光導波路を、非常に簡便に製造することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の導波路型縮小イメージセンサの実施の形態を示す図である。

【図2】図1の導波路を製造する第一の工程を示す図である。

【図3】図1の導波路を製造する第二の工程を示す図である。

【図4】図1の導波路を製造する第三の工程を示す図である。

【図5】導波路の屈曲部外側に配置した溝幅に対する光損失低減効果を示すグラフである。

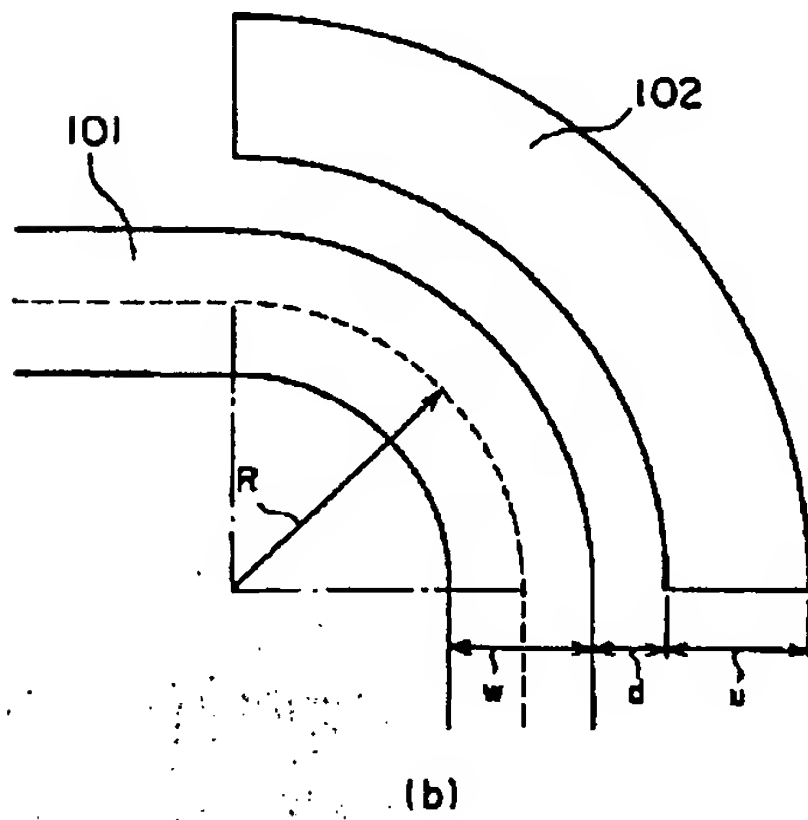
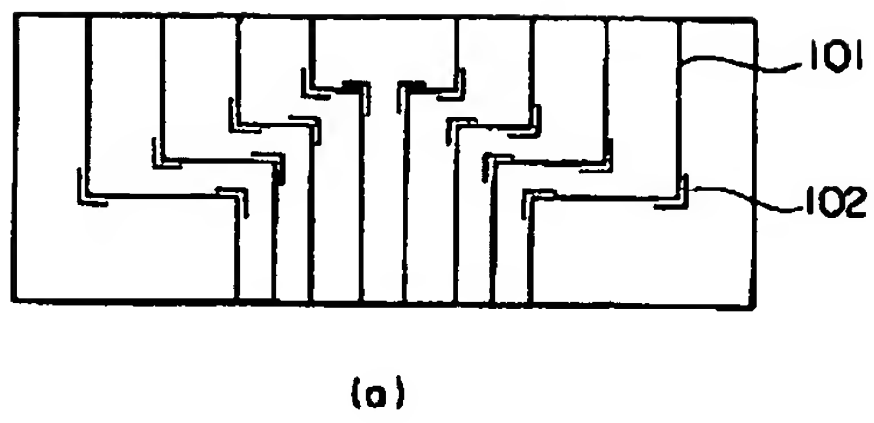
【図6】導波路コア部の屈曲部外側に配置した溝と導波路コア部との距離に対する光損失低減効果を示すグラフである。

【図7】導波路コア部とクラッド部の材料の比屈折率差に対する光損失低減効果を示すグラフである。

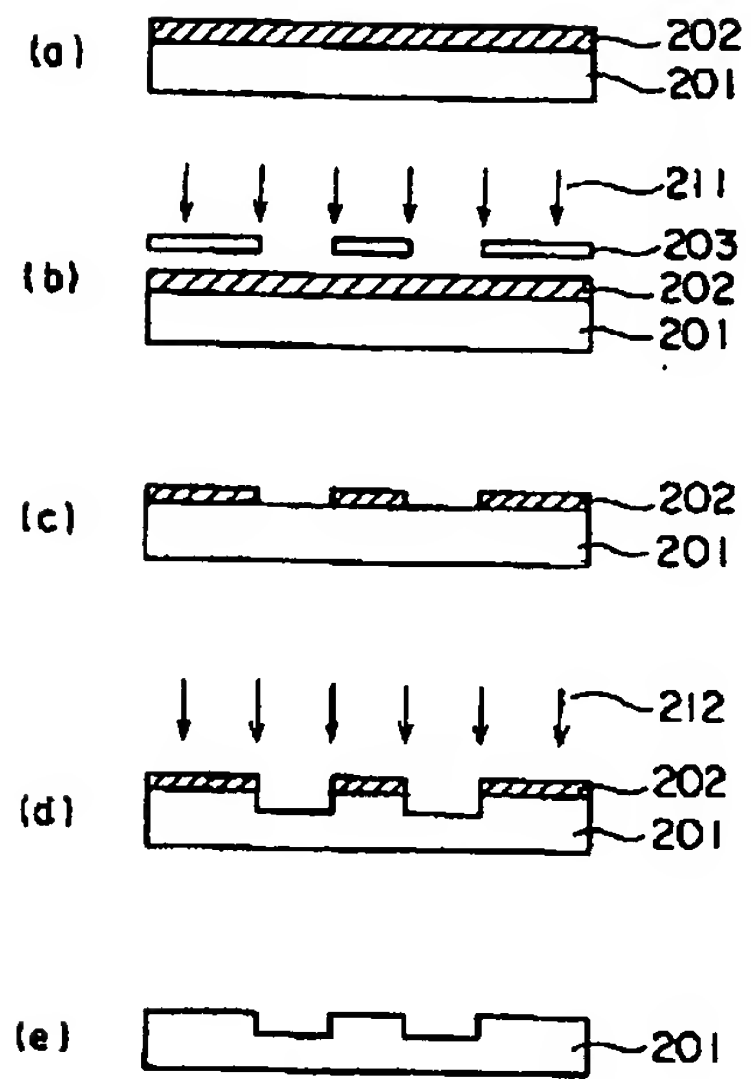
【符号の説明】

- 101 光導波路
- 102 光損失低減用側溝
- 201 光導波路パターン基板
- 202 レジスト膜
- 301 平面基板

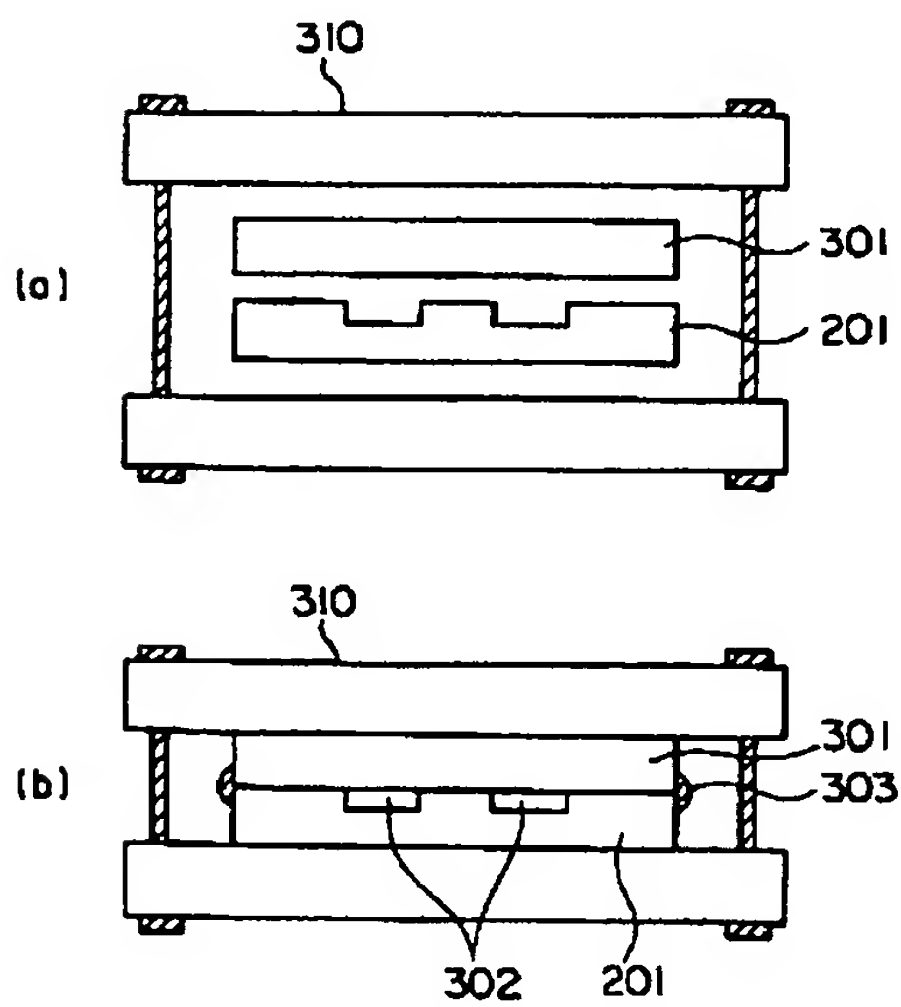
【図1】



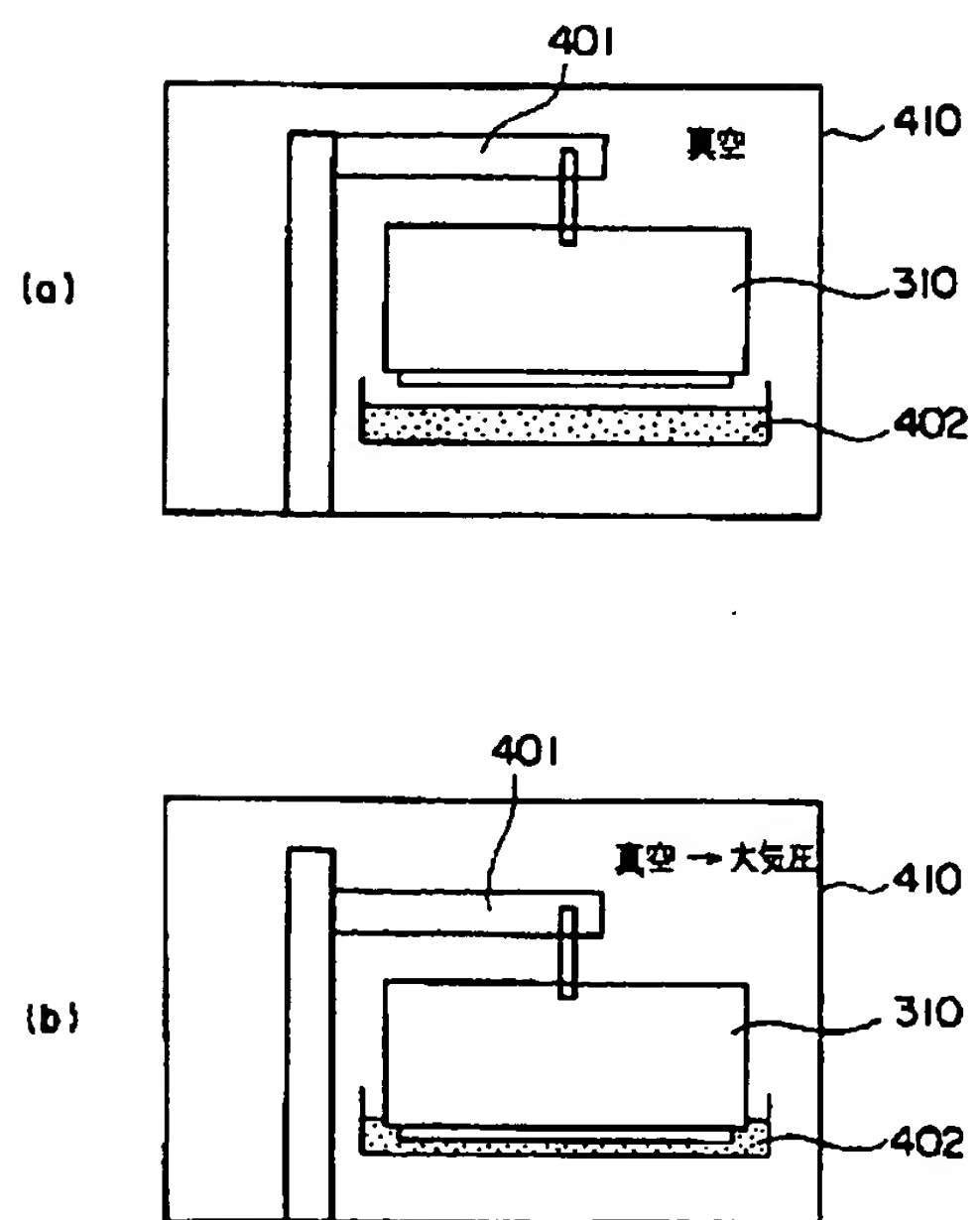
【図2】



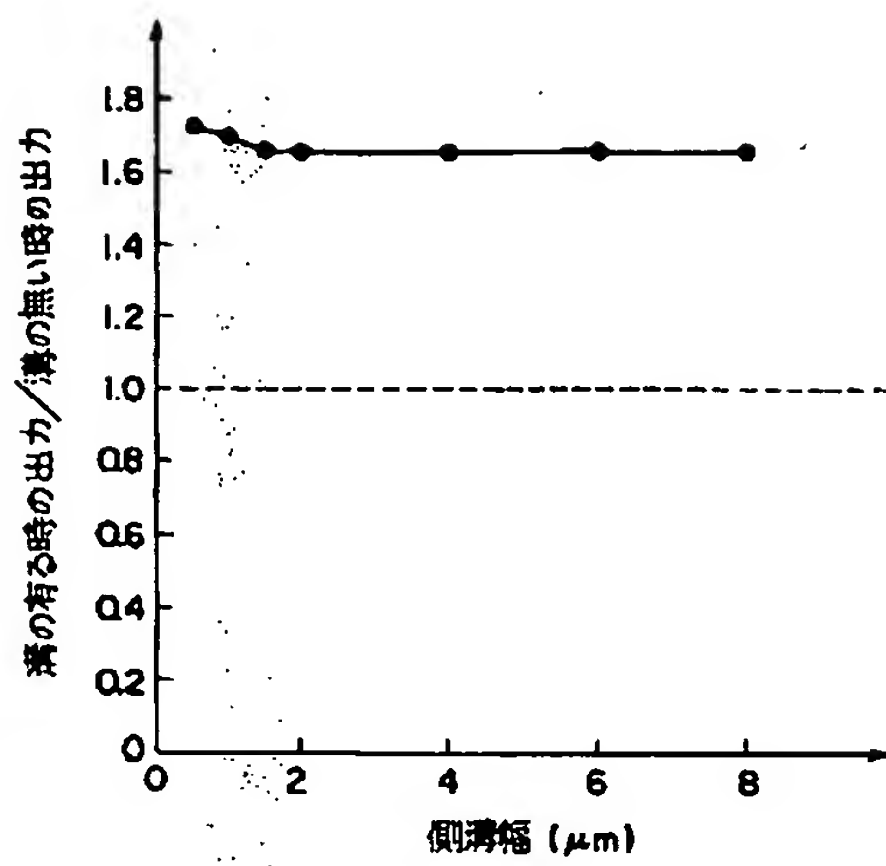
【図3】



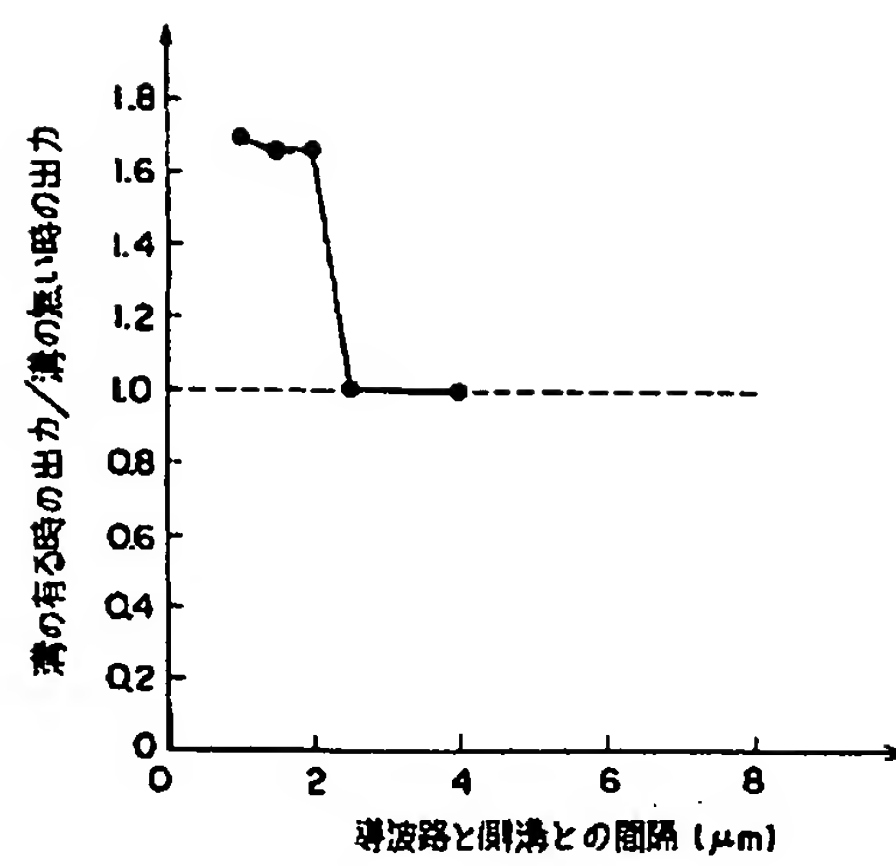
【図4】



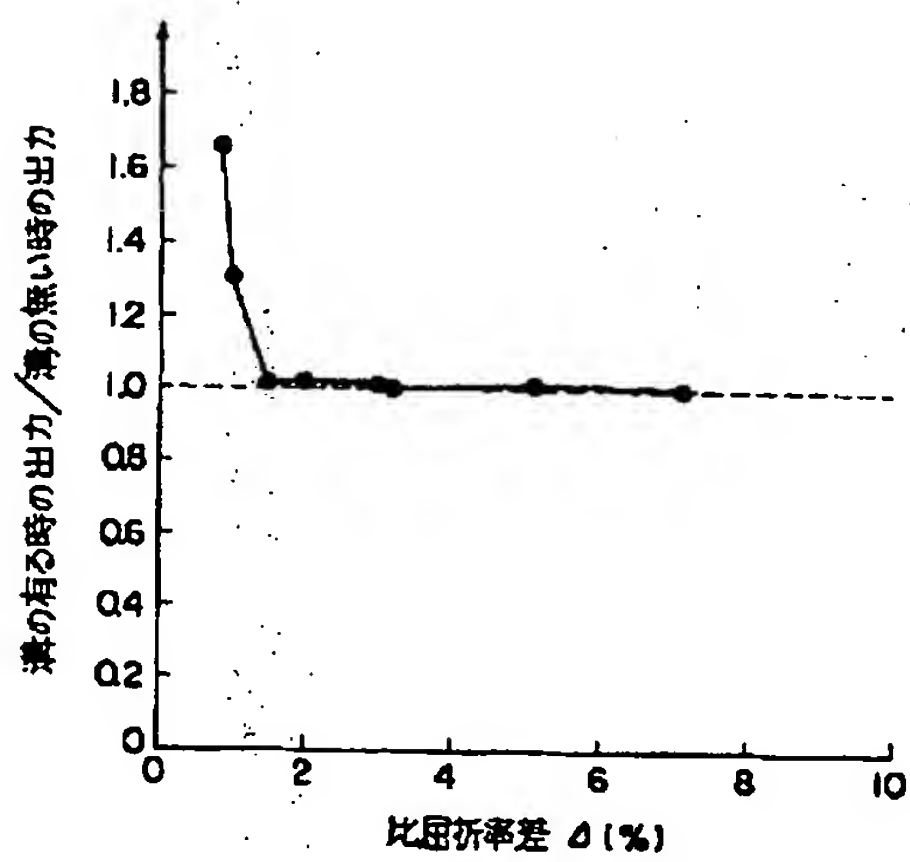
【図5】



【図6】



【図7】



EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09036337
PUBLICATION DATE : 07-02-97

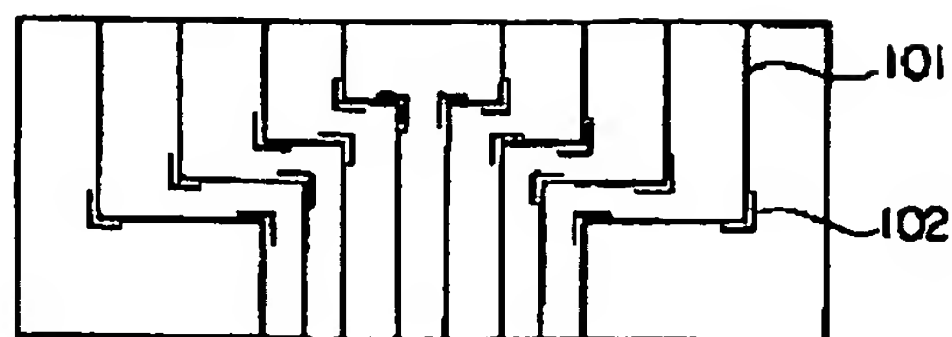
APPLICATION DATE : 14-07-95
APPLICATION NUMBER : 07178825

APPLICANT : SHARP CORP;

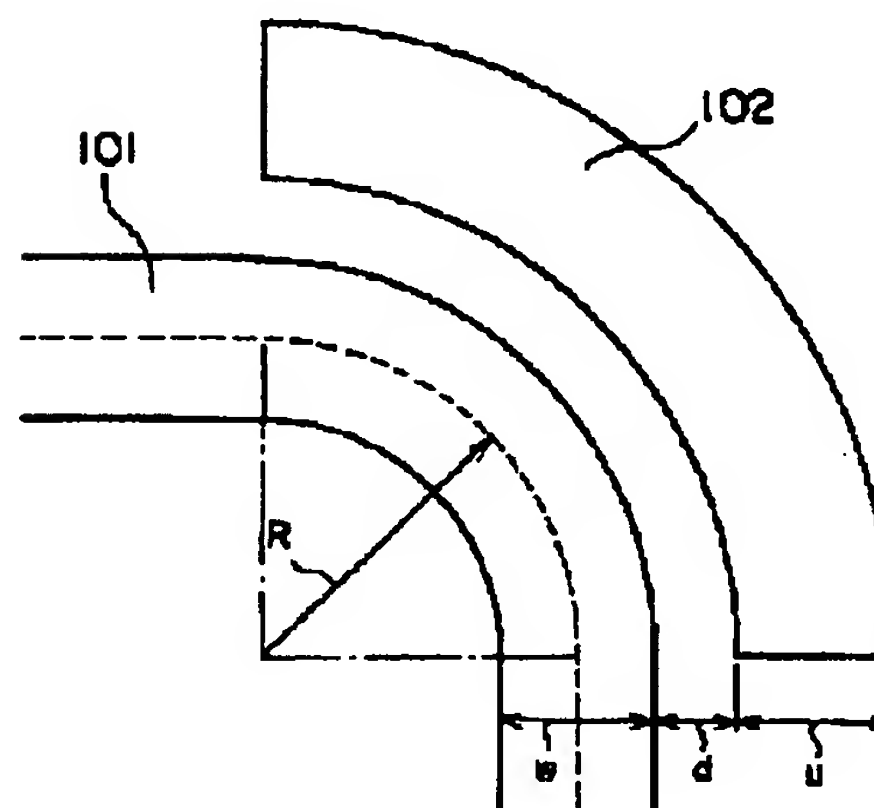
INVENTOR : DEBITSUDO HAADO;

INT.CL. : H01L 27/14 G02B 6/122 G06T 1/00
H04N 1/028

TITLE : WAVEGUIDE TYPE REDUCED IMAGE
SENSOR AND ITS MANUFACTURE



(a)



(b)

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a simple method of manufacturing a waveguide type reduced-image sensor and a polymer optical waveguide which have a structure for reducing the loss of an optical signal at the bend part of the polymer optical waveguide.

SOLUTION: A trench 102 for loss reduction of an optical signal at the bend part of an optical waveguide 101 is adjacently formed to the outside of the bend part of the optical waveguide 101. The trench 102 is filled with gas whose refractive index is lower than that of a waveguide core part and further that of a waveguide clad part. The optical waveguide 101 is manufactured as follows; the pattern surface of a pattern substrate wherein a trench having both open ends turning to a capillary and its adjacent trench whose both ends are sealed are formed is made to stuck on a plane substrate, the single end of the capillary is sealed, only the capillary whose single end is an aperture is filled with monomer solution as the material of core of the optical waveguide 101, by the effect of capillarity, and the monomer solution is turned into polymer.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO